

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Problem Image Mailbox.**

CM

Laid Open Utility Model: Heisei 6-62786

name of the utility model: Synchronous Linear Motor  
applicant: Yaskawa  
date of application: Jan. 29, 1993  
laid open date: Sep. 2, 1994

[summary]

[purpose of the utility model]

This idea relates to a cooling structure of synchronous linear motor having a flat armature coil and permanent magnet field and aims to offer a thermal deformation-free synchronous linear motor where thermal transfer to magnetic field area and coil holder is prevented,

[structure]

In a synchronous linear motor where

a flat plate armature coil 1 of a stator 20 consisting of the flat plate armature coil 1 and a coil holder 3 having a groove 31 arranged in the moving direction of a movable element 10 faces to the movable element 10 having field poles 5 made of multiple number of permanent magnets through air gaps,

rectangular pipe-shaped jackets 2a and 2b which have roles as reinforcing member and coolant path are linked together by thin plate bridge 23 made of elastic body,

the flat armature coil 1 is sandwiched by jackets 2a and 2b by its sides and

the bottom 21 of jackets 2a and 2b is inserted, keeping elasticity, in the groove 31 of the coil holder 3 arranged in the moving direction.

[range of claims]

[claim 1]

In a synchronous linear motor where

a flat plate armature coil (1) of a stator comprising said plate-shaped flat armature coil (1) and a coil holder having a groove in the moving direction of a movable element (10) faces to, through air gaps,

a movable element (10) having field yokes (6 and 6) connected by a plate (61) and magnetic field poles (5) made of multiple number of permanent magnets,

a synchronous linear motor comprising:

rectangular pipe-shaped jackets (2a and 2b) sandwiching said flat armature coil (1) by its sides;  
thin, elastic plate bridge (23) which connects the upper part of jackets (2a and 2b); and  
a coil holder (3) having a groove (31) into which the bottom (21) of jackets (2a and 2b) are inserted, keeping elasticity.

[claim 2]

A synchronous linear motor described in claim 1 wherein  
the thin, elastic plate bridge (23) which connects the top of said jackets (2a and 2b) is substituted  
by a clip (24).

[claim 3]

A synchronous linear motor characterized in that  
two sets of the flat armature coil (1), jacket (2a and 2b) and bridge (23) described in either claim 1  
or 2 are arranged in parallel;  
two grooves (31) described in claim 1 or 2 are arranged on the coil holder (32) in parallel;  
an E-shaped plate (62) has the long center leg and connects the field yokes (6 and 6); and  
a field pole (51) are arranged in the center part of the plate (62).

[claim 4]

A synchronous linear motor described in claim 3, characterized in that  
said field pole (51) is substituted by a back yoke (52).

[brief explanation of figures]

Fig. 1 is a cross section to illustrate an embodiment according to this idea.

Fig. 2 is a flat view of an armature coil used in an embodiment of this idea.

Fig. 3 is a cross section of the jackets used in an embodiment of this idea.

Fig. 4 is a perspective view of a stator used in an embodiment of this idea.

Fig. 5 is a cross section to illustrate the second embodiment of this idea.

Fig. 6 is a cross section to illustrate the third embodiment of this idea.

Fig. 7 is a cross section to illustrate the fourth embodiment of this idea.

[code]

1 flat armature coil

|            |                  |
|------------|------------------|
| 2a, 2b     | jacket           |
| 22         | coolant path     |
| 23         | bridge           |
| 24         | clip             |
| 3, 32      | coil holder      |
| 31         | groove           |
| 4          | end plate        |
| 41         | connecting pipe  |
| 42a        | supply pipe      |
| 42b        | discharge pipe   |
| 5, 51      | field pole       |
| 52         | back yoke        |
| 5a, 5b.... | permanent magnet |
| 6          | field yoke       |
| 61, 62     | plate            |
| 10         | movable element  |
| 20         | stator           |

[detailed explanation of the idea]

[001]

[industrial application]

This idea relates to a cooling structure of synchronous linear motors having flat armature coil and permanent magnetic field; this idea is particularly appropriate for the purposes such as driving of a stepper to fabricate semiconductors which demands ultra accuracy and high thrust.

[002]

[prior art]

Conventionally, there has been a synchronous linear motor (e.g., laid open utility model Heisei 4-128085; see Fig. 3) wherein;

flat armature coils (e.g., laid open utility model Heisei 1-157579) are adhered on both surfaces of a flat plate coil fixing frame and

the flat armature coil of a stator where the bottom of a coil fixing frame is fixed on a stator base through coil holder faces to, through air gap, a movable element having field pole made of multiple

number of permanent magnets.

[003]

[issues this utility model tries to solve]

Without cogging nor magnetic attraction between the armature and magnets, above synchronous linear motor is supposed to be appropriate for the purpose of ultra accuracy positioning. When the stator is fixed on a base and a slider is attached to the movable element, a moving table for semiconductor manufacturing stepper is constituted.

Whereas, the prior art has had the following problems:

- 1) As the surface of armature coil which generates heat and that of field permanent magnets are facing each other through a small air gap, heat is conducted or irradiated through the air gap to magnet parts, further goes to the slider through field part; thermal expansion of the slider causes a deformation, which makes it inappropriate for the use where ultra-level accuracy positioning is demanded.
- 2) The heat generated at armature coil is transferred to the coil holder through coil fixing frame and raises the temperature of base, which results in thermal deformation on the stator side.
- 3) The attempt to use a flat armature coil as a stator without fixing it to a frame fails to attain desired straightness in the moving direction due to inadequate stiffness.

The purposes of this idea are to cool said armature coil, prevent thermal transfer to field part or the coil holder and offer a stator with high stiffness.

[004]

[means to solve the problems]

In order to solve aforementioned problems,

in a synchronous linear motor where

a flat armature coil (1) of a stator comprising the flat armature coil (1) and a coil holder (3) having a groove (31) arranged in the moving direction of a movable element (10) faces to, through air gaps, the movable element (10) having field poles (5) made of multiple number of permanent magnets, said flat armature coil (1) is sandwiched by its sides by rectangular pipe-shaped jackets (2a and 2b) working as coolant paths as well as reinforcing members and

the bottom (21) of the jackets (2a and 2b) is inserted, with elasticity, in the groove (31) arranged in the moving direction on the coil holder (3).

[005]

[operation]

On account of above means, heat generated at the flat armature coil is exchanged by the coolant flowing inside the jackets when the flat armature coil is directly cooled; heat transfer/irradiation to field poles can be reduced and temperature rise of the movable element and stator can be kept small. By using jackets having relatively high stiffness, a flat armature coil having small stiffness obtains a more desirable straightness.

[006]

[embodiment]

Following is the explanation of embodiments of this idea referring to Fig. 1 to 4.

Both sides of flat band armature coil 1 (see Fig. 2) formed by bending three element coils (U, V and W) at a specified pitch and a specified angle and shifting each other by 120° electric phase are inserted between relatively thin, rectangular pipe-shaped jackets 2a and 2b which are made of nonmagnetic material and serve as coolant paths 22. The distance between jackets 2a and 2b is slightly shorter than the thickness of the flat armature coil 1, by which the straightness of the flat armature coil 1 with low stiffness can be corrected.

The top of the rectangular pipe-shaped jackets 2a and 2b is, as shown in Fig. 3, is connected by the thin plate bridge 23 made of nonmagnetic elastic body by means as welding etc. and the bottom of the rectangular pipe-shaped jackets 2a and 2b is slightly ajar to each other in the status where the flat armature coil 1 is inserted between them.

In the center of the coil holder 3 made of material with small thermal conductivity, groove 31 slightly narrower than the width of the jackets 2a and 2b when the flat armature coil 1 is inserted between them is arranged in the moving direction of the movable element 10.

The bottom of the jackets 2a and 2b sandwiching the flat armature coil 1 is inserted in the groove 31 arranged in the middle of the coil holder 3, with elasticity.

End surfaces of jacket 2a and 2b in the moving direction of the movable element are, as shown in

Fig. 4, sealed in a liquid-tight manner by end plates 4 and 4. On one end, a U-shaped connecting pipe 41 is arranged to both end plates, and the center of U-shaped pipe is connected to a supply pipe 42a. The other side of the end is arranged in the same way, except the center of U-shaped pipe is connected to a discharge pipe 42b.

The stator 20 is constituted by the flat armature coil 1, jackets 2a and 2b, bridge 23, coil holder 3, end plates 4, connecting pipes 41 and inlet and outlet pipes 42a and 42b.

On both sides of jackets 2a and 2b, multiple number of permanent magnets 5a and 5b face to each other through air gaps; the arrangement of magnetic poles on 5a and 5b is in such a way that the adjacent poles in the moving direction of the movable element are unlike each other, and so are the facing poles.

Field poles 5 and 5 are, in the same manner as in the prior art, fixed on the field yokes 6 and 6 made of ferromagnetic material. The top of the field yokes 6 and 6 are connected by a plate 61 made of nonmagnetic, lightweight material.

The movable element 10 is constituted by the field poles 5 and 5, field yokes 6 and plate 61.

The embodiment is a moving magnet type where the movable element 10 has field poles 5 and 5; it can be a moving coil type where the movable element 10 and stator 20 of the embodiment are reverse, in which case, flexible pipes can be used to send coolant to the supply pipe 42a and discharge pipe 42b.

Fig. 5 shows the second embodiment.

In this embodiment, jacket 2a and 2b are separately structured and the flat armature coil 1 is sandwiched by them; the flat armature coil 1, jackets 2a and 2b are inserted in the groove 31 arranged in the middle of the coil holder 3, where there remain openings between the flat armature coil 1 and top of jackets 2a and 2b; pressing both jackets 2a and 2b from the side toward the center, tops of the flat armature coil 1, jackets 2a and 2b are gathered and fastened by a pre-loaded clip 24 having the width slightly narrower than the total width of the flat armature coil 1 and jackets 2a and 2b.

Fig. 6 illustrates the third embodiment, where two rows of the stators 20 are arranged in parallel, the width of the coil holder 3 is approximately twice as much as that of the (*first*) embodiment, and there are two rows of the groove 31. The plate 61 of the (*first*) embodiment is substituted by E-shaped plate 62 the width of which is approximately 1.5 times as much as the plate 61, having a lowered part in the middle, where field magnet 51 similar to the permanent magnets 5a, 5b, etc. of the field pole 5 is inserted.

Fig. 7 illustrates the fourth embodiment. The field pole 51 (*5b??*) set in the center of the third embodiment is substituted by the back yoke 52 made of ferromagnetic material in this embodiment.

The structures such as in the third and fourth embodiments make it possible to realize inexpensive, compact linear motors with high thrust.

[007]

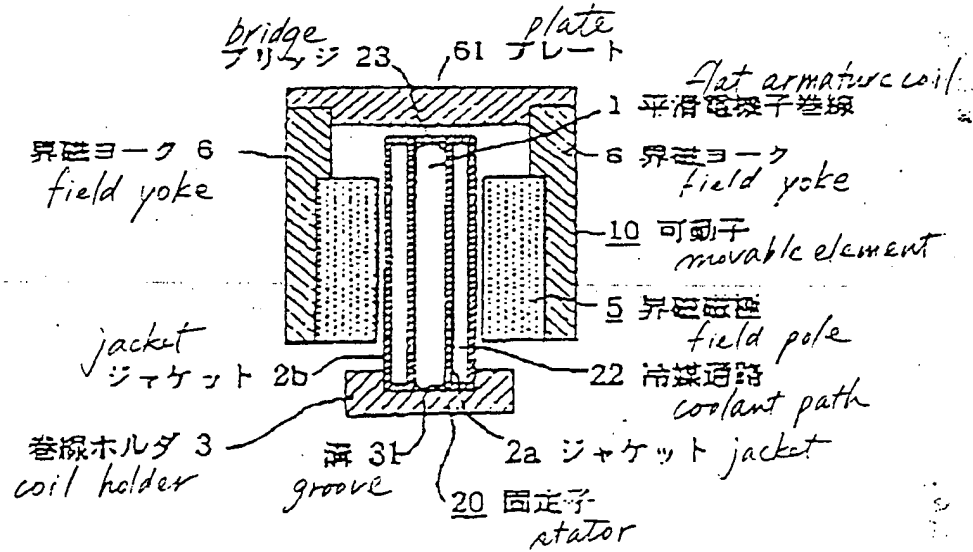
[effects of the invention]

As mentioned above, this idea has the effects as follows:

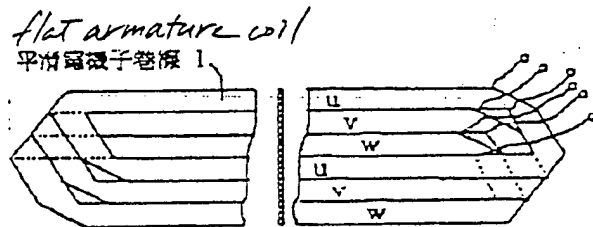
1. Since the air gap is cooled by the jackets, thermal transfer/irradiation to field poles is prevented; thus deformation of the movable element is prevented as well.
2. The armature coil is effectively cooled almost directly by side surfaces of jackets.
3. Due to the structure where coolant goes through the jackets, nonconductor coolant is not necessary, allowing us to realize inexpensive cooling apparatus.
4. Straightness of the stator can be maintained by correcting (*the position of*) armature coil by the jackets with relatively high stiffness.
5. Even though excessive cooling occurs, the flat armature coil is securely fixed because the jackets are maintained in the groove with elasticity.



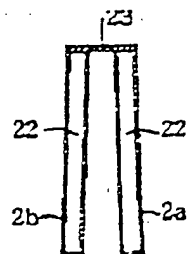
[ Fig. 1 ]



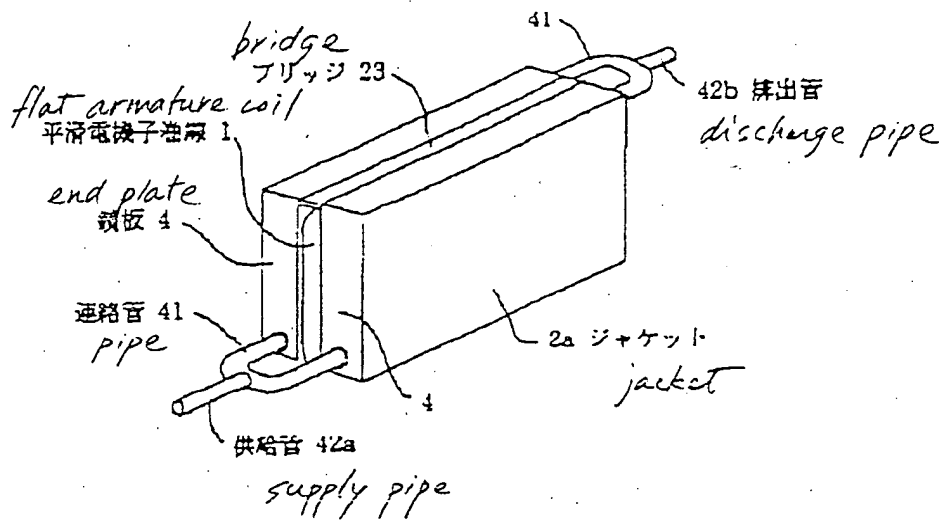
【図2】



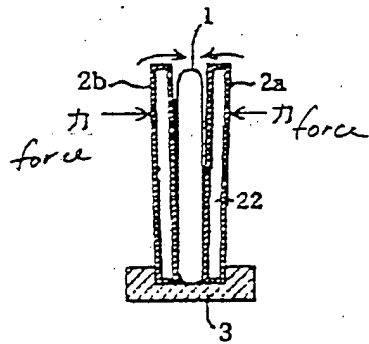
【図3】



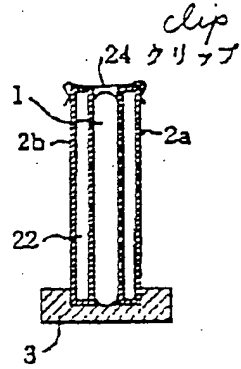
【図4】



【図5】

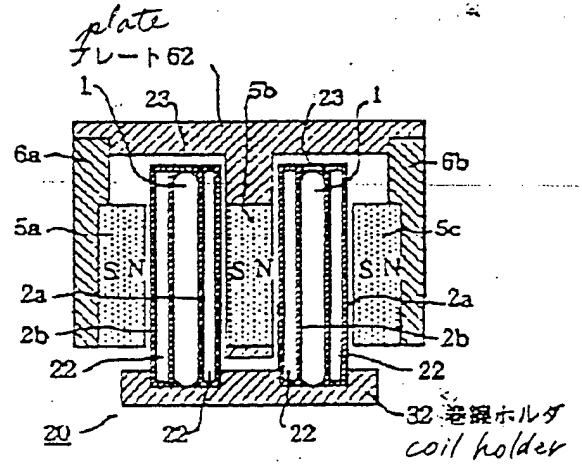


(a)

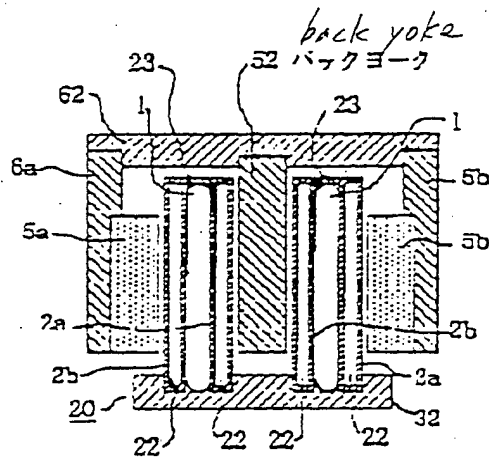


(b)

【図6】



【図7】



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開実用新案公報 (U)

(11)実用新案出願公開番号

実開平6-62786

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 序内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|---------|-----|--------|
| H 0 2 K 41/03            | A    | 7346-5H |     |        |
| 1/20                     | Z    | 7227-5H |     |        |
| 41/02                    | A    | 7346-5H |     |        |
| 41/035                   |      | 7346-5H |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 3 頁)

(21)出願番号 実開平5-6735

(22)出願日 平成5年(1993)1月29日

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)考案者 宮本 茲祐

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

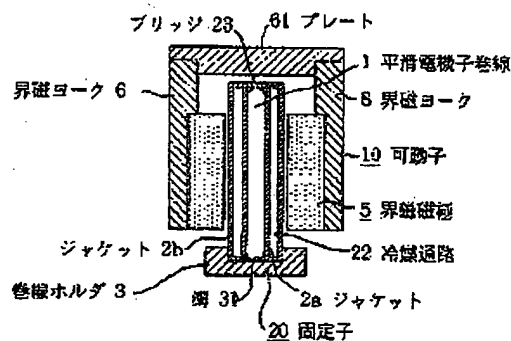
株式会社安川電機内

(54)【考案の名称】 同期リニアモータ

(57)【要約】

【目的】本考案は、平滑電機子巻線と永久磁石界磁を有する同期リニアモータの冷却構造に関し、界磁部および巻線ホルダに熱が伝わらないようにし、熱変形を生じない同期リニアモータを提供することを目的とする。

【構成】平板状の平滑電機子巻線1と可動子10の進行方向に設けた溝31を有する巻線ホルダ3よりなる固定子20に、平滑電機子巻線1と空隙を介し、複数の永久磁石よりなる界磁磁極5を有する可動子10を対向させた同期リニアモータにおいて、強度メンバを兼ねる管内を冷媒が通る角管状のジャケット2a、2bを弾性体・薄板のブリッジ23で連結し、ジャケット2a、2b間に平滑電機子巻線1の側面を挟み込み、ジャケット2a、2bの底部21を巻線ホルダ3に設けた進行方向の溝31に弾性を持たせて嵌合する。



(2)

実開平6-62786

1

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 平板状の平滑電機子巻線(1)と可動子(10)の進行方向に設けた溝を有する巻線ホルダよりなる固定子に、前記平滑電機子巻線(1)とプレート(61)で連結した昇磁ヨーク(6、6)と複数の永久磁石よりなる昇磁磁極(5)を有する可動子(10)を、空隙を介し、対向させた同期リニアモータにおいて、

前記平滑電機子巻線(1)の側面を両側から挟み込む角管状のジャケット(2a、2b)、このジャケット(2a、2b)の頂部を連結する弾性体・薄板のブリッジ(23)とジャケット(2a、2b)の底部(21)を弾性を持たせて嵌合する溝(31)を有する巻線ホルダ(3)を備えたことを特徴とする同期リニアモータ。

【請求項2】 前記ジャケット(2a、2b)の頂部を連結する弾性体・薄板のブリッジ(23)をクリップ(24)に替えた請求項1記載の同期リニアモータ。

【請求項3】 請求項1または2に記載の平板状の平滑電機子巻線(1)、ジャケット(2a、2b)とブリッジ(23)を2組平行に配置し、請求項1または2記載の溝(31)を2本平行させて設けた巻線ホルダ(32)と、昇磁ヨーク(6、6)を連結する断面・中央胸部を低くしたE形のプレート(62)とプレート(62)の中央胸部に永久磁石よりなる昇磁磁極(51)を備えたことを特徴とする同期リニアモータ。

【請求項4】 前記昇磁磁極(51)をバックヨーク(52)に替えた請求項3記載の同期リニアモータ。 \*

2

\*【図面の簡単な説明】

【図1】 本考案の実施例を示す断面図

【図2】 本考案の実施例に用いる電機子巻線の平面図

【図3】 本考案の実施例に用いるジャケットの断面図

【図4】 本考案の実施例に用いる固定子の斜視図

【図5】 本考案の第2の実施例を示す断面図

【図6】 本考案の第3の実施例を示す断面図

【図7】 本考案の第4の実施例を示す断面図

【符号の説明】

1 平滑電機子巻線

2a、2b ジャケット

22 冷媒通路

23 ブリッジ

24 クリップ

3、32 巻線ホルダ

31 溝

4 鏡板

41 連絡管

42a 供給管

42b 排出管

5、51 昇磁磁極

52 バックヨーク

5a、5b・・・永久磁石

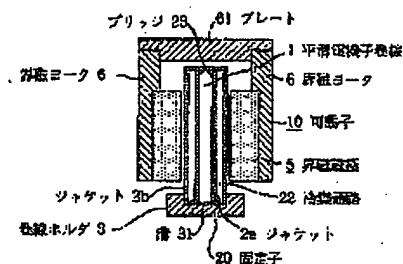
6 昇磁ヨーク

61、62 プレート

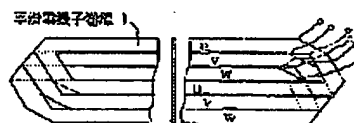
10 可動子

20 固定子

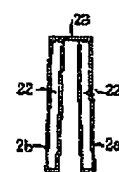
【図1】



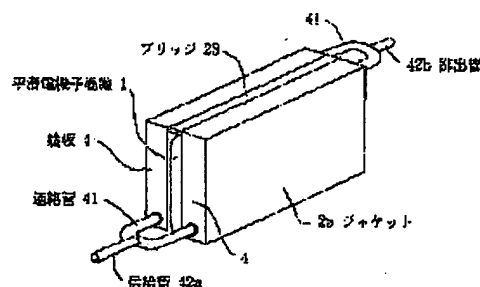
【図2】



【図3】



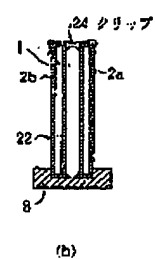
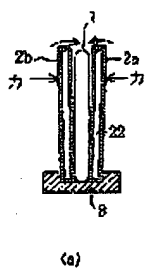
【図4】



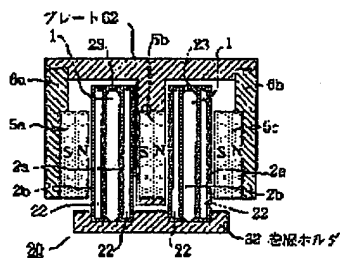
(3)

実開平6-62786

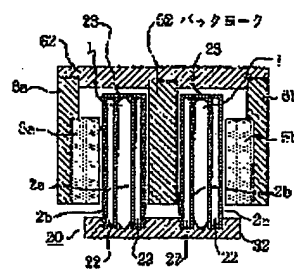
【図5】



【図6】



【図7】



(4)

実開平6-62786

**【考案の詳細な説明】****【001】****【産業上の利用分野】**

本考案は、平滑電機子巻線と永久磁石界磁を有する同期リニアモータの冷却構造に関し、特に、半導体製造のステップ駆動など、超精密・高推力な用途に適する。

**【002】****【従来の技術】**

従来、非磁性材よりなる平板状の巻線固定枠両面に平滑電機子巻線（例えば、実開平1-157579号公報）を貼付し、巻線固定枠の底部を、巻線ホルダを介し、固定子台に固定した固定子と、平滑電機子巻線と空隙を介し、複数の永久磁石よりなる界磁磁極を有する可動子を対向させた同期リニアモータがある（例えば、実開平4-128085号公報、図3）。

**【003】****【考案が解決しようとする課題】**

上記の同期リニアモータはコギングがなく、電機子とマグネット間の磁気吸引力がないので、超精密位置決め用途には好適なリニアモータである。この固定子をベースに固定し、この可動子にスライダを装着すると半導体製造のステップ用の移動テーブルを構成できる。

ところが、従来の技術では、以下に述べるような問題点があった。

- 1) 発熱体である電機子巻線表面と界磁用永久磁石表面が、僅かな空隙を介して対向しているため、空隙部の伝熱や輻射によりマグネット部を加熱し、ひいては界磁部を通してスライダ部に伝わり、スライダ部の熱膨張により変形が生じ、超精密位置決めを必要とする用途には適さない。
- 2) 発熱体である電機子巻線の熱は、巻線枠固定枠を介し、巻線ホルダに伝わり、ベースの温度を上げることになる。これは、固定子側の熱膨張により歪みを生じる。
- 3) 平滑電機子巻線を固定枠なしで固定子に用いようとする、剛性が低いため、進行方向の真直度が出ない。

(5)

実開平6-62786

そこで本考案は、前記電機子巻線の冷却行くと共に、界磁部または巻線ホルダに熱が伝わらないようにするとともに、剛性の高い固定子を提供することを目的とする。

## 【004】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、平板状の平滑電機子巻線(1)と可動子(10)の進行方向に設けた溝(31)を有する巻線ホルダ(3)よりなる固定子に、平滑電機子巻線(1)と空隙を介し、複数の永久磁石よりなる界磁磁極(5)を有する可動子(10)を対向させた同期リニアモータにおいて、

頂部を非磁性・弾性体の薄板のブリッジ(23)で連結した、強度メンバを兼ねる管内を冷媒が通る、角管状のジャケット(2a, 2b)で前記平滑電機子巻線(1)を両側から挟み込み、ジャケット(2a, 2b)の底部(21)を巻線ホルダ(3)に設けた進行方向の溝(31)に弾性を持たせて嵌合する。

## 【005】

## 【作用】

上記手段により、平滑電機子巻線の熱がジャケット内を通る冷媒により熱交換され、平滑電機子巻線が直接冷却される、とともに界磁磁極への伝熱・輻射を低減でき、可動子と固定子の温度上昇を小さくできる。また、比較的剛性の高いジャケットで剛性の低い平滑電機子巻線が真直に矯正される。

## 【006】

## 【実施例】

以下に、本考案の実施例を第1～4図に示して説明する。

3相分の要素コイル(U, V, W)を電氣的に120°位相ずらして所定のピッチで、折曲げ成形した帯状の平滑電機子巻線1(図2参照)の両側面は、内部を冷媒通路22とする非磁性体よりなる比較的薄い角管状のジャケット2a, 2b間に挟み込んである。ここで、ジャケット2a, 2bの設置間隔は、平滑電機子巻線1の厚さより僅かに狭くしてある。この結果剛性の低い平滑電機子巻線1の真直度が矯正される。

角管状のジャケット2a, 2bの頂部は、図3に示すように、非磁性・弾性体



(5)

実開平6-62786

の薄板よりなるブリッジ23で溶接等により連結しており、角管状のジャケット2a、2bの底部は、平滑電機子巻線1をジャケット2a、2b間に平滑電機子巻線1を挟み込んだ状態で、若干開き勝手にしてある。

熱伝導率の小さい材質よりなる巻線ホルダ3の中央部には、可動子10の進行方向に、ジャケット2a、2b間に平滑電機子巻線1を挟み込んだときの寸法より若干狭い幅の溝31を可動子10の進行方向に設けてある。

巻線ホルダ3の中央部に設けた溝31内に、平滑電機子巻線1を挟み込んだ角管状のジャケット2a、2bの底部を弾性を持たせて嵌合してある。

ジャケット2a、2bの可動子10の進行方向の一端面には、図4に示すように、鏡板4、4で液密に封鎖されており、鏡板4、4にはU字形の連絡管41を設け、連絡管41の中央部には冷媒の供給管42aを設けてある。他端面にも、鏡板4、4と連絡管41を設け排出管42bを設けてある。

平滑電機子巻線1、ジャケット2a、2b、ブリッジ23、巻線ホルダ3、鏡板4、連絡管41、供給管42aと排出管42bで固定子20を構成する。

ジャケット2a、2bの両側面には、空隙を介し、複数の永久磁石5a、5b、...を、可動子10の進行方向に隣り合う磁極の極性を交互に入替わるように、対面するもの同士も異極性となるように構成した界磁磁極5、5に対向させてある。

界磁磁極5、5は、従来と同様に、強磁性体よりなる界磁ヨーク6、6に固定してある。界磁ヨーク6、6の頂部は、非磁性体の軽量の材質よりなるプレート61で連結してある。

界磁磁極5、界磁ヨーク6とプレート61で可動子10を構成する。

なお、実施例では可動子10に界磁磁極5、5を設けたムービング・マグネット形としたが、実施例の可動子10と固定子20の構成を逆にしたムービング・コイル形としてもよい、この場合、冷媒の供給管42aおよび排出管42bへの冷媒の供給・排出はフレキシブルな管を接続すればよい。

図5に第2の実施例を示す。

この例は、実施例のジャケット2a、2bを別々に構成し、この間に平滑電機子巻線1を挟み込み、平滑電機子巻線1側面とジャケット2a、2bの合わせ面

(7)

実開平6-62786

頂部に隙間がある状態で、巻線ホルダ3の中央部に設けた溝31内に、平滑電機子巻線1とジャケット2a、2bを嵌合したのち、ジャケット2a、2bの側面に押圧を掛けた状態で、平滑電機子巻線1とジャケット2a、2bの巾より若干狭い2面巾のクリップ24により、平滑電機子巻線1側面とジャケット2a、2bの合わせ面頂部を外側から与圧をもって保持するようにしてある。

図6に第3の実施例を示す。この例は、固定子20を平行して2列設け巻線ホルダ3の巾を実施例の約倍とし、溝31を2列にしてある。なお、実施例のプレート61を、巾がプレート61の約1.5倍の中央脚部を低くしたE形のプレート62に替え、この中央脚部に界磁磁極5の永久磁石5a、5b、・・・と同様な界磁磁極51を挿入してある。

図7に第4の実施例を示す。この例は、第3の実施例の中央部に設けた界磁磁極51を強磁性体のバックヨーク52に置き換えてある。

第3および第4の実施例のように構成することにより、コンパクトで高推力の同期リニアモータを安価に実現できる。

【007】

## 【考案の効果】

以上述べたように、本考案によれば、以下に示す効果がある。

1. 空隙部がジャケットにより冷却されるので、界磁磁極への熱の伝導・輻射がなくなり、可動子の変形が生じない。
2. 電機子巻線の冷却をジャケットの側面により、ほぼ直接行うので、冷却を効果的に行うことができる。
3. ジャケットの中に冷媒を通す構造なので、冷媒には電気絶縁性のものである必要はなく、安価な冷却装置を実現できる。
4. 比較的剛性の高いジャケットで電機子巻線が矯正されるので、固定子の真直度が保てる。
5. 過冷却の場合でも、ジャケットが巻線ホルダの溝内に弾性を持って保持されるので、平滑電機子巻線の固定が確実になる。